

Ценным является отсутствие прямых затрат на реализацию предложенных мероприятий, и даже снижение необходимых издержек на замену подлежащих ремонту электрических машин, что делает это предложение экономически привлекательным и несомненно выгодным для промышленных предприятий, в массовом порядке использующих электрические машины малой мощности, и ОАО «СинТЗ» в частности.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ МОСТОВОГО КРАНА

*Полунин Ф.А., Браславский И.Я., Плотников Ю.В.
УрФУ, i.ya.braslavskiy@ustu.ru, plotnikovyv@mail.ru, carnage@list.ru*

1. Введение

Мостовые краны производят большую часть подъемно-транспортных работ во многих отраслях народного хозяйства. От их надежной и бесперебойной работы зависят производительность предприятия, его технико-экономические показатели и безопасность обслуживающего персонала.

В современных мостовых кранах хорошо зарекомендовали себя асинхронные электроприводы с преобразователями частоты. Большинство современных двухзвенных преобразователей частоты построено по типовой схеме и состоит из трех основных элементов: неуправляемый выпрямитель, промежуточный фильтр в звене постоянного тока и автономный инвертор напряжения [1]. При работе электропривода с преобразователем частоты в тормозном режиме энергия, поступающая от асинхронного двигателя через автономный инвертор напряжения в звено постоянного тока, рассеивается на тормозном сопротивлении, то есть используется неэффективно. Существуют и другие, более дорогостоящие способы утилизации энергии, но у них есть свои недостатки.

В данной работе рассматривается новый подход к повышению энергетической эффективности частотно-регулируемых электроприводов крановых механизмов с использованием, так называемых, суперконденсаторов. Суперконденсаторы (ультраконденсаторы, электрохимические двухслойные конденсаторы) – это относительно новый тип конденсаторов, который в настоящее время все чаще используется в различных энергосберегающих технологиях [2]. Благодаря своим конструктивным особенностям суперконденсаторы обладают емкостью на несколько порядков больше, чем традиционные конденсаторы [3].

Таким образом, еще один вариант утилизации энергии, вырабатываемой в тормозных режимах работы электропривода, – хранение в суперконденсаторах и дальнейшее использование при переходе электропривода обратно в двигательный режим.

Наибольшая экономическая эффективность электропривода с суперконденсаторами достигается в механизмах с интенсивными периодическими режимами работы и активной нагрузкой. Одним из таких механизмов и является мостовой кран.

Задачей данного исследования является оценка экономической эффективности частотно-регулируемого электропривода подъема мостового крана с суперконденсаторами и его сравнение с традиционным частотным электроприводом. Для оценки энергопотребления используются математические модели в приложении *Simulink* пакета *MATLAB*.

2. Математическая модель

В качестве примера в статье рассматривается электропривод подъема мостового крана КМПТ22, который работает на ООО «ВИЗ-СТАЛЬ». Для привода механизма подъема используется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии 4МТКТ мощностью 60 кВт, который питается от преобразователя частоты *Siemens Sinamics S120* с неуправляемым выпрямителем на входе и автономным инвертором напряжения с номинальным выходным током 200 А.

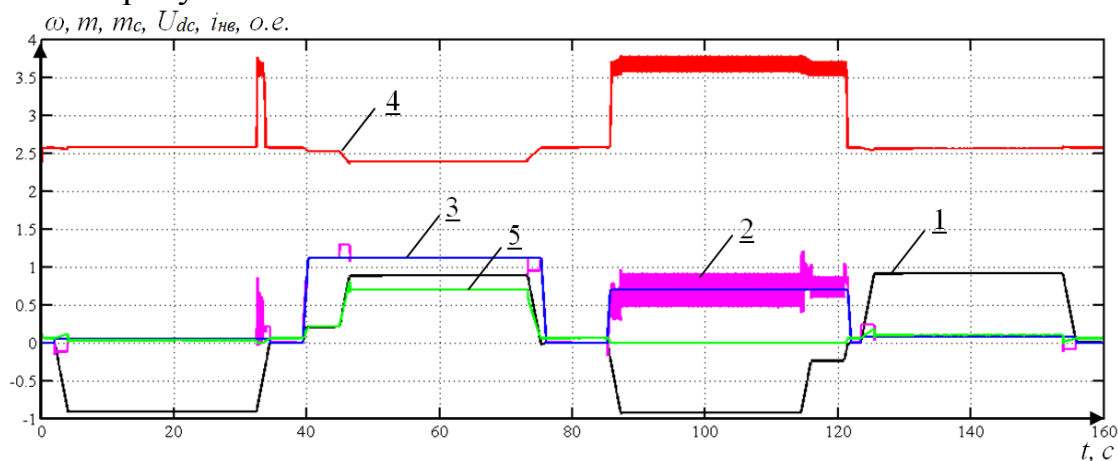
Режим работы электропривода состоит из четырех рабочих участков и пауз между ними. Цикл работы начинается со спуска пустого крюка, затем, после загрузки, следует подъем груза номинальной массы (20 т). Далее выдерживается пауза, во время которой кран перемещается по цеху, и осуществляется опускание груза. Цикл завершается паузой на разгрузку, подъемом пустого крюка и возвращением крана в исходную точку.

Необходимая емкость блока суперконденсаторов рассчитывается, исходя из максимального за цикл количества энергии, которое может быть отдано двигателем в звено постоянного тока при работе в тормозном режиме. В рассматриваемом режиме работы – это участок опускания груза. Значение необходимой емкости составило 6,3 Ф. Фактическая емкость – 6,5 Ф – была получена параллельным соединением 13 конденсаторов ИКЭ 160/800 емкостью 0,5 Ф и номинальным напряжением 800 В каждый.

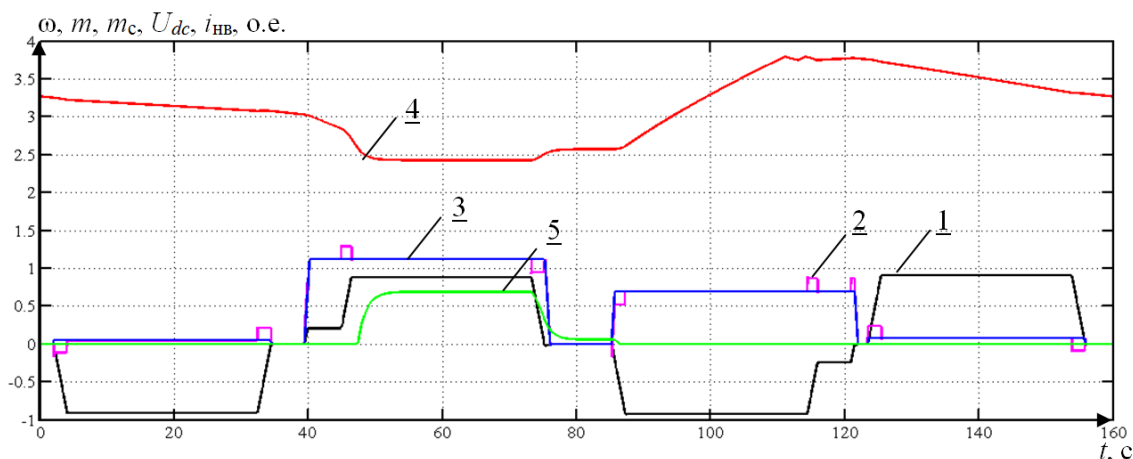
Математические модели, использованные для измерения энергопотребления, подробно описаны в [4, 5]. Для оценки энергопотребления электропривода в модели предусмотрен специальный блок, который позволяет определить количество потребленной активной энергии. Энергопотребление электроприводов оценивается за 10 циклов работы.

3. Результаты моделирования

Переходные процессы, отражающие режим работы мостового крана, представлены на рисунке.



а) электропривод с тормозным сопротивлением (8 Ом, 12,5 кВт)



б) электропривод с суперконденсатором (общей емкостью 6,5 Ф)

Переходные процессы в электроприводе мостового крана:

1 – угловая скорость двигателя ω , о.е.; 2 – момент на валу двигателя m , о.е.; 3 – момент активной нагрузки m_c , о.е.; 4 – напряжение в звене постоянного тока преобразователя частоты U_{dc} , о.е.; 5 – ток на выходе неуправляемого выпрямителя i_{nv} , о.е.

На четвертом участке цикла в электроприводе с суперконденсаторами ток i_{nv} (кривая 5) равен нулю. Это означает, что используется энергия, запасенная в суперконденсаторах, а не потребленная из сети. Этой энергии хватает и на часть следующего цикла – участок спуска крюка и разгон при подъеме груза (рис. б). Данные энергопотребления за 10 циклов сведены в таблице.

Энергопотребление электроприводов

Потребление энергии	Потребление электроэнергии	
	ЭП с супер-конденсатором	ЭП с обычным конденсатором
Активная энергия, кВт·ч	5,206	7,246
Экономия активной энергии, кВт·ч	2,04	
Экономия активной электроэнергии, %.	28,15	

4. Выводы

Результаты моделирования с расчетом энергопотребления свидетельствуют о том, что использование суперконденсаторов позволит добиться существенной экономии электроэнергии.

Существует несколько путей снижения срока окупаемости:

- снижение стоимости суперконденсаторов с началом их массового производства;
- создание на кране группового электропривода, в котором блок суперконденсаторов подключается в общее звено постоянного тока;
- снижение количества конденсаторов за счет более эффективного их использования по напряжению.

Однако, расчет экономической эффективности по методу чистого дисконтированного дохода показал, что срок окупаемости блока суперконденсаторов за счет экономии энергии (табл. 1) составляет более 15 лет, что вызвано чрез-

вычайно высокой его стоимостью, которая ориентировочно составляет 1736000 руб.

Библиографический список

1. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; под ред. И.Я. Браславского. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 256 с.
2. A. Napoli, A. Ndokaj. Auxiliary Power Buffer Based on Ultracapacitors // SPEEDAM. Italy, Sorrento, 2012.
3. Lisheng Shi, M. L. Crow. Comparison of Ultracapacitor Electric Circuit Model // IEEE. University of Missouri, 2008.
4. Поляков В.Н., Шрейнер Р.Т. Энергоэффективные режимы регулируемых электроприводов переменного тока / В.Н. Поляков, Р.Т. Шрейнер; под ред. Р.Т. Шрейнера. Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2012.
5. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Плотников Ю.В., Поляков В.Н., Костылев А.В., Эрман Г.З. Использование емкостных накопителей энергии в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе // Электротехника. 2012. № 9. С. 30-34.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕВОДА КОТЕЛЬНЫХ С УГЛЯ НА ТОРФЯНОЙ БРИКЕТ

*Пономарев К.В., Милютин Р.В., Панасюк А.И., Белякова А.П., Сорокин Р.Н.
Уральский государственный горный университет
alexgorbunov72@mail.ru*

На основании данных, полученных специалистами компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг», произведен расчет основных параметров, указывающих на эффективность сжигания того или иного вида топлива (испытания проводились на отопительной котельной МУП «Шогринская ЖКХ», расположенной по адресу: Свердловская область, с. Шогринское, ул. Советская), были сделаны следующие выводы:

1. Средняя температура воды после котла при сжигании каменного угля (81,3 °С) ниже средней температуры воды при сжигании торфяного брикета (84,0 °С) на 3,5 %.

2. Средняя температура воды до котла при сжигании каменного угля выше средней температуры воды при сжигании торфяного брикета на 2,5 %.

Испытания при сжигании каменного угля проводились 16.01.2012 г., средняя температура наружного воздуха составила минус 21,9 °С. Испытания при сжигании торфяного брикета проводились 17.01.2012 г., средняя температура наружного воздуха составила минус 21,7 °С.

3. Разность температур между прямым и обратным трубопроводом котла при сжигании торфяного брикета выше на 12,3 °С.

4. Масса каменного угля, загруженного в топку котла, превышает на 4 % массу торфяного брикета. Испытания при сжигании каменного угля и торфяного брикета проводились по 9 часов.

5. При сжигании 1506,6 кг каменного угля образовалось 282 кг золы и шлака, что соответствует 18,7 % от общей массы каменного угля, загруженного в топку котла.